

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-174007
 (43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.CI. H01L 21/31
 H01L 21/316

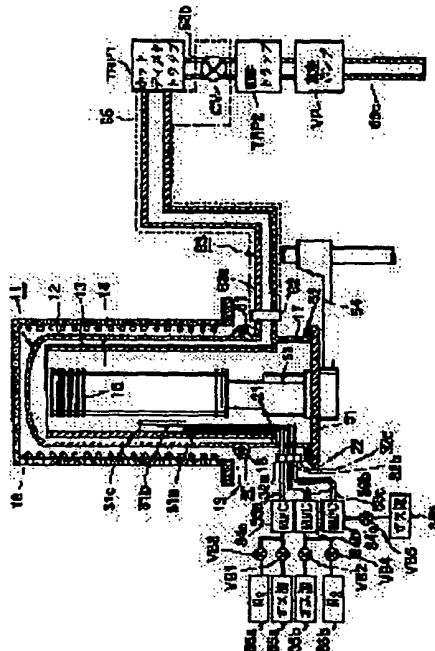
(21)Application number : 10-346393 (71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD
 (22)Date of filing : 07.12.1998 (72)Inventor : SAITO YUKIMASA
 YAMAMOTO HIROYUKI

(54) HEAT PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To be able to eliminate reacting secondary products by film making of a plurality of thin films.

SOLUTION: A silicon oxide film is formed by resolving TEOS(tetra ethoxy silane), and a silicon nitride film is formed by reacting ammonia and dichlorosilane in a reacting tube 11. A hot disk trap TRP 1, a combination bulb CV and a switching trap TRP2 are provided in an exhausting tube 63. The exhausting tube 63, the disk trap TRP1 and the combination bulb CV are heated. The disk trap TRP1 traps secondary products CxHy during generating of the silicon oxide film. A secondary product NH4Cl during the generating of the silicon nitride film is trapped by the switching trap TRP2 by cooling without attaching to the heated disk trap TRP1 or the combination bulb CV. The combination bulb CV controls a conductance and remains the inside of the exhausting tube 63 at a predetermined pressure without attaching of the secondary products.



LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-174007

(P2000-174007A)

(43)公開日 平成12年6月23日(2000.6.23)

(51)Int.Cl.
H 01 L 21/31
21/316

識別記号

F I
H 01 L 21/31
21/316

テーマコード(参考)
B 5 F 0 4 5
X 5 F 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全14頁)

(21)出願番号 特願平10-346393
(22)出願日 平成10年12月7日(1998.12.7)

(71)出願人 000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂5丁目3番6号
(72)発明者 斎藤 幸正
神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41
号 東京エレクトロン東北株式会社相模事
業所内
(72)発明者 山本 博之
神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41
号 東京エレクトロン東北株式会社相模事
業所内
(74)代理人 100095407
弁理士 木村 満 (外1名)

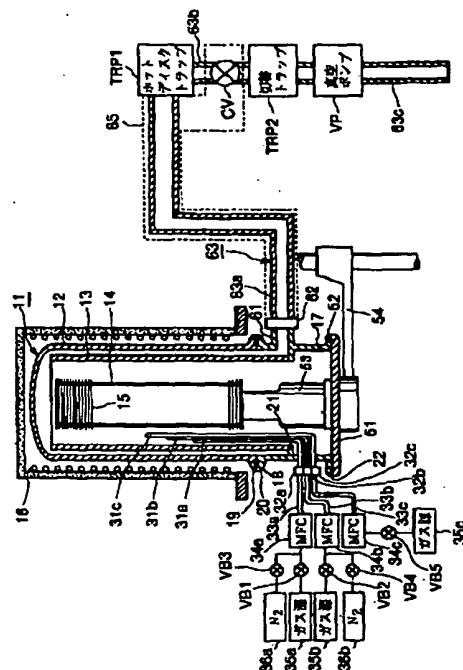
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 热処理装置

(57)【要約】

【課題】複数種類の薄膜を成膜し、反応副生成物を除去する熱処理装置を提供する。

【解決手段】反応管11は、TEOSの分解によりシリコン酸化膜を形成し、アンモニアとジクロロシランの反応によりシリコン塗化膜を形成する。排気管63には、ホットディスクトラップTRP1、コンビネーションバルブCV、切替トラップTRP2が配置される。排気管63とディスクトラップTRP1とコンビネーションバルブCVとは加熱されている。ディスクトラップTRP1は、シリコン酸化膜生成時の副生成物C_xH_yを捕集する。シリコン塗化膜生成時の副生成物NH₄Clは、加熱されたディスクトラップTRP1やコンビネーションバルブCVに付着することなく、切替トラップTRP2で冷却されて捕集される。コンビネーションバルブCVは、反応副生成物が付着することなく、コンデンタスを制御して、排気管63内を所定圧力に維持する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】被処理体を収納可能な反応室と、前記反応室に接続された排気管を有し、当該反応室内のガスを排出するための排気手段と、前記排気手段に接続され、前記排気管内の反応副生成物を捕集する複数のトラップ手段と、前記排気管を加熱する加熱手段と、前記複数のトラップ手段の間に介在されており、前記排気管の管路の開度を制御することにより、排気管内を所定圧力に維持する圧力制御手段と、を備えることを特徴とする熱処理装置。

【請求項2】前記反応室は、アルコキシランの分解により被処理体の上にシリコン酸化膜を形成し及び／又はアンモニア及びジクロロシランの反応により被処理体の上にシリコン塗化膜を形成する装置より構成されている、

ことを特徴とする請求項1に記載の熱処理装置。

【請求項3】前記複数のトラップ手段は、前記排気管内のアルコキシランの分解により生成される反応副生成物を除去する SiO_2 副生成物トラップと、

前記排気管内のアンモニア及びジクロロシランの反応により生成される反応副生成物を除去する SiN 副生成物トラップと、

前記 SiO_2 副生成物トラップを $100^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ に加熱する手段と、を備えることを特徴とする請求項2に記載の熱処理装置。

【請求項4】被処理体上に、シリコン酸化膜とシリコン塗化膜を单一の装置で生成可能な熱処理装置であって、アルコキシランの分解により被処理体の上にシリコン酸化膜を形成する手段と、アンモニア及びジクロロシランの反応により被処理体の上にシリコン塗化膜を形成する手段と、を備える反応室と、

前記反応室に接続された排気管を有し、当該反応室内のガスを排出するための排気手段と、

前記排気手段に接続され、前記排気管内のアルコキシランの分解により生成される反応副生成物を除去する SiO_2 副生成物トラップ手段と、

前記排気手段の前記 SiO_2 副生成物トラップ手段よりも下流側に接続され、前記排気管内のアンモニア及びジクロロシランの反応により生成される反応副生成物を除去する SiN 副生成物トラップ手段と、

前記排気管を加熱する加熱手段と、

前記 SiO_2 副生成物トラップ手段と SiN 副生成物の間に介在されており、前記排気管の管路の開度を制御することにより、排気管内を所定圧力に維持する圧力制御手段と、

を備えることを特徴とする熱処理装置。

【請求項5】前記反応室は、テトラエトキシシランの分解により被処理体の上にシリコン酸化膜を形成する装置

より構成される、

ことを特徴とする請求項2、3又は4に記載の熱処理装置。

【請求項6】前記反応室と排気管との少なくとも一方に接続され、フッ化水素を供給して、前記反応室と排気管との少なくとも一方を洗浄する手段をさらに備える、ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の熱処理装置。

【請求項7】前記圧力制御手段は、圧力検出手段と開度決定手段とバルブとを備え、

前記圧力検出手段は、前記排気管内の圧力を検出し、前記開度決定手段は、前記圧力検出手段が検出した圧力と、前記所定圧力に基づいて、前記排気管内の圧力が所定圧力に収束するように前記排気管のコンダクタンスを決定し、

前記バルブは、前記排気管のコンダクタンスを前記開度決定手段が決定した値に調整する、

ことを特徴とする請求項1乃至6の何れか1項に記載の熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は熱処理装置に関し、特に、塗化膜と酸化膜のように成分の異なる多層膜を共通の装置により積層するための熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスは、DRAMに代表されるように集積度が増々高くなりつつあり、デバイスの構造、製法に種々の工夫がなされている。例えばDRAMのキャパシタ絶縁膜については、絶縁耐圧を確保しながらプロセスの低温化を図るために $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ 膜や $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜といった多層膜の利用が検討されている。

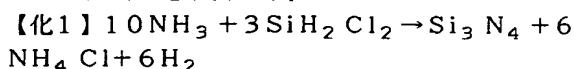
【0003】デバイスについて高い信頼性を得るためにには、薄膜の膜質改善が要求される。例えば、 Si_3N_4 膜中に酸素が取り込まれると、その誘電率が低下し、長期信頼性も劣化する。従って、多層絶縁膜を形成するにあたっては、炉内への空気の巻き込みが少ない縦型熱処理装置を使用することが適している。

【0004】そこで従来では、被処理体である半導体基板上に例えば $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜を形成する場合、まず、半導体基板Wを例えば図5に示すような縦型熱処理装置の減圧CVD (Chemical Vapor Deposition) 炉内に搬入し、例えば NH_3 と SiH_2Cl_2 をプロセスガスとして用いて、半導体基板Wの表面上に Si_3N_4 (シリコンナイトライド) 膜を形成する。その後、炉内から半導体基板を搬出し、それを別の熱処理装置、例えば図6に示すような縦型熱処理装置に搬送する。そしてその熱処理装置において、例えばテトラエトキシシラン(以下「TEOS」とする)をプロセスガスとして用いて Si_3N_4 膜上に SiO_2 膜を積

層する。その後、炉内から半導体基板を搬出する。このようにして例えばポリシリコン層上に Si_3N_4 膜及び SiO_2 膜が積層された多層絶縁膜が得られる。

【0005】 Si_3N_4 膜の形成に用いられる熱処理装置110は、図5に示すように、熱処理部111と、それにガス供給管112及びバルブV1を介して接続されたプロセスガス供給源113と、熱処理部111に排気管114を介して順に接続されたメインバルブMV、水冷トラップ115及び真空ポンプ116と、熱処理部111とメインバルブMVとの間の排気管114にバルブV2を介して接続された圧力センサS1、S2と、熱処理部111と水冷トラップ115との間の排気管114及びメインバルブMVを加熱するヒータ117とから構成されている。

【0006】 Si_3N_4 膜の形成時には以下の反応式に示すように副生成物として粉末状の NH_4Cl （塩化アンモニウム）が生成される。



この NH_4Cl は、真空ポンプ116を稼動させてメインバルブMVを開けた状態で、排気管114及びメインバルブMVをヒータ117により150°C程度に加熱しておけば、排気管114及びメインバルブMVの内側に付着するのが防止され、水冷トラップ115で冷却されることによって捕集される。これによって、 NH_4Cl 等の反応副生成物や未反応ガスなどが真空ポンプ116に到達することにより引き起こされる吸引能力の低下や各部の腐食等を防ぎ、さらに、排気管114やメインバルブMVの内側に付着して排気のコンダクタンスを低下させるのを防いでいる。

【0007】熱処理部111に半導体基板Wをロード（搬入）またはアンロード（搬出）する時にはメインバルブMVを閉じる。それによって水冷トラップ115に捕集された NH_4Cl の粉末が排気管114及びメインバルブMVを介して熱処理部111内へ逆流してパーティクルとなるのを防止している。

【0008】 SiO_2 膜の形成に用いられる熱処理装置120は、図6に示すように、熱処理部121と、それにガス供給管122及びバルブV1を介して接続されたプロセスガス供給源123と、熱処理部121に排気管124を介して順に接続されたディスクトラップ125、メインバルブMV及び真空ポンプ126と、熱処理部121とディスクトラップ125との間の排気管124にバルブV2を介して接続された圧力センサS1、S2と、熱処理部121の排気口からメインバルブMVまでの間の排気管124を加熱するヒータ127とから構成されている。この熱処理装置では、ディスクトラップ125は常温のままである。

【0009】TEOSを用いた SiO_2 膜の形成時には以下の反応式に示すように副生成物として炭化水素 C_x

H_y （ただし x, y はともに自然数）が生成される。

【化2】 $\text{TEOS} \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{C}_x\text{H}_y + \text{H}_2\text{O}$
 C_xH_y は冷却しただけでは捕集され難いという特性を有している。従って、ディスクトラップ125により排気のコンダクタンスを小さくして、 C_xH_y を捕集し、それによって真空ポンプ126の吸引能力の低下や各部の腐食等を防いでいる。また、排気管124に比べてコンダクタンスが小さいメインバルブMVに C_xH_y が付着するのを防ぐために、ディスクトラップ125がメインバルブMVよりも上流側に配置され、メインバルブMVに C_xH_y が到達しないように構成されている。

【0010】しかし、別々の熱処理装置110、120を用いて多層絶縁膜構造を形成しているため、熱処理装置110、120間で半導体基板Wを搬送する時に Si_3N_4 膜の上に自然酸化膜が形成されてしまう。特に減圧CVD炉内で成膜を行った後に熱処理部110の下端のキャップを開いたときに、大気の巻き込みを避けられず、高温の Si_3N_4 膜の表面が大気に接触し、不均一な厚い自然酸化膜が形成されてしまう。次の酸化工程の前に半導体基板Wを洗浄しても、この自然酸化膜を均一に除去することは困難である。また、熱処理装置120に半導体基板Wをロードする際にも、かなり高い温度下で大気にさらされるため、自然酸化膜の成長が促進され、この状態のまま熱処理装置120で所定の SiO_2 膜が形成される。従って多層絶縁膜の中に膜質の悪い酸化膜が取り込まれるためデバイス例えばDRAMの信頼性が低くなる。

【0011】更に減圧CVD炉から半導体基板を搬出し、キャリアに収納して搬送し、酸化炉内に搬入する間の半導体基板の移載の回数が多いため、パーティクルが付着しやすい。多層絶縁膜は非常に薄く、今後DRAMの高集積化に伴って一層薄くなる状況にあることから、わずかなパーティクルの付着であっても絶縁膜の性能を悪化させる。以上述べた問題点は、 SiO_2 膜の上に Si_3N_4 膜を形成する場合にも同様である。

【0012】こうしたことから従来の別々の熱処理装置を用いて $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜や $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ 膜などを形成したのでは膜質の良好な多層絶縁膜を得ることが困難であり、DRAMなどのデバイスの高集積化を阻む一因となっている。

【0013】また半導体装置の製造分野においては、従来は半導体チップの量産ラインにおける半導体基板1枚当たりの製造コストが重要視されており、この製造コストを削減することに努力が払われていたが、近時半導体チップの試作ラインにおいては開発期間の短縮を図るため製造コストよりもプロセス処理の実時間を削減することが重要であるとの報告がなされている（日経マイクロデバイス、1997年8月号、195~202頁）。そして今後は量産ラインにおいても製造コストの削減と同程度にプロセス処理の実時間の削減も重要ななるであろう。

うと指摘されている。

【0014】そこで、本発明者は上述したように従来例えれば Si_3N_4 膜の形成処理と SiO_2 膜の形成処理を別々の熱処理装置を用いて行っていたが、これらを共通の熱処理装置を用いて連続して行うことにより、半導体基板1枚当たりの製造コストの削減とプロセス処理の実時間の削減とを同時に満足することができるとともに、上述したような別々の熱処理装置間での半導体基板の搬送及び移載による自然酸化膜の生成及びパーティクルの付着という問題を回避することができると考え、鋭意検討を行った。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図5に示す構成の熱処理装置110を用い、窒化膜を形成する時と酸化膜を形成する時のプロセスガスを単純に替えただけでは、水冷トラップ115がメインバルブMVよりも下流側にあるため、酸化膜形成時に発生する副生成物である C_xH_y が排気管114に比べてコンダクタンスが小さいメインバルブMVの内側に付着してしまうという問題点がある。

【0016】一方、図6に示す構成の熱処理装置120を用いた場合には、 C_xH_y はディスクトラップ125において有効に捕集され、またディスクトラップ125の温度（常温）がそれよりも上流側の排気管124の温度（約150°C）よりも低いため NH_4Cl も捕集される。しかし、熱処理部121に半導体基板Wをロードまたはアンロードする時にメインバルブMVを閉じても、ディスクトラップ125がメインバルブMVよりも上流側にあるため、ディスクトラップ125に捕集された NH_4Cl の粉末が排気管124を介して熱処理部121内へ逆流してパーティクルが発生してしまうという問題点がある。加えて捕集された NH_4Cl の粉末によりディスクトラップ125のディスクが目詰まりてしまい、真空到達圧力の悪化が引き起こされるという問題点もある。

【0017】本発明は、このような事情のもとになされたものであり、その目的は、例えれば窒化膜と酸化膜などの異なる種類の薄膜を同一の装置で連続して形成することにより多層絶縁膜構造を形成することができる熱処理装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の観点にかかる熱処理装置は、被処理体を収納可能な反応室と、前記反応室に接続された排気管（排気配管）を有し、当該反応室内のガスを排出するための排気手段と、前記排気手段に接続され、前記排気管内の反応副生成物を捕集する複数のトラップ手段と、前記排気管を加熱する加熱手段と、前記複数のトラップ手段の間に介在されており、前記排気管の管路の開度を制御することにより、排気管内を所定圧力に維持する圧

力制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0019】この構成によれば、形成する膜の種類に応じて適切なトラップ手段を配置し、複数種の反応副生成物を捕集することができる。また、複数のトラップ手段の間に、圧力制御手段を配置しているので、圧力制御手段に付着しやすい反応副生成物は、上流側のトラップで捕集し、圧力制御手段に付着しにくい反応副生成物は、圧力制御手段を通過して下流側のトラップ手段で捕集するなど、反応副生成物の種類に応じて、圧力制御手段への反応副生成物の付着を抑えて、目詰まりなどを防止し、反応室及び排気管の圧力の調整を適切に行うことができる。しかも、全てのトラップを通過した後に、圧力制御手段を配置したのでは、圧力の制御が困難となるが、トラップ手段の間に配置されているので、圧力の制御が容易である。また、反応副生成物は、その温度により付着する割合が異なるので、加熱手段により排気管を加熱又は常温に維持することにより、反応副生成物の付着量を制御することができる。

【0020】前記反応室は、例えれば、アルコキシランの分解により被処理体の上にシリコン酸化膜を形成し及び／又はアンモニア及びジクロロシランの反応により被処理体の上にシリコン窒化膜を形成する装置より構成されている。この場合、前記複数のトラップ手段は、例えれば、前記排気管内のアルコキシランの分解により生成される反応副生成物を除去する SiO_2 副生成物トラップと、前記排気管内のアンモニア及びジクロロシランの反応により生成される反応副生成物を除去する SiN 副生成物トラップと、前記 SiO_2 副生成物トラップを100°C～150°Cに加熱する手段と、を備える。

【0021】アルコキシランの分解により被処理体の上にシリコン酸化膜を形成する装置は、例えれば、反応室にアルコキシランガスをソースガスとして導入し、これを分解して SiO_2 を生成する。この時、反応副生成物として、 C_xH_y が生成されるが、これは加熱されたディスクトラップにより捕集することができる。一方、アンモニア及びジクロロシランの反応により被処理体の上にシリコン窒化膜を形成する装置は、例えれば、アンモニアガスとジクロロシランガスとを反応室に導入し、これを反応させることにより Si_3N_4 を生成する。このとき、反応副生成物として、 NH_4Cl が生成されるが、これは冷却されたトラップにより効率よく捕集することができる。

【0022】従って、このような装置の場合には、例えれば、複数のトラップ手段として、上流側に加熱したディスクトラップを、下流側に冷却トラップを配置し、両トラップの間に圧力制御手段を配置すると効率的である。また、シリコン窒化膜形成中は、排気管を加熱することにより、排気管への NH_4Cl の付着を防止し、冷却トラップで効率よく捕集することができる。

【0023】上記目的を達成するため、この発明の第2

の観点に係る熱処理装置は、被処理体上に、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜を单一の装置で生成可能な熱処理装置であって、アルコキシシランの分解により被処理体の上にシリコン酸化膜を形成する手段と、アンモニア及びジクロロシランの反応により被処理体の上にシリコン窒化膜を形成する手段と、を備える反応室と、前記反応室に接続された排気管を有し、反応室内のガスを排出するための排気手段と、前記排気手段に接続され、前記排気管内のアルコキシシランの分解により生成される反応副生成物を除去する SiO_2 副生成物トラップ手段と、前記排気手段の前記 SiO_2 副生成物トラップ手段よりも下流側に接続され、前記排気管内のアンモニア及びジクロロシランの反応により生成される反応副生成物を除去する SiN 副生成物トラップ手段と、前記排気管と前記 SiO_2 副生成物トラップ手段とを加熱する加熱手段と、前記2つのトラップ手段の間に介在されており、前記排気管の管路の開度を制御することにより、排気管内を所定圧力に維持する圧力制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0024】この熱処理装置によれば、单一の装置で酸化シリコン膜と窒化シリコン膜とを成膜することができる。しかも、酸化シリコン膜の成膜時に発生する反応副生成物を SiO_2 副生成物トラップ手段で、シリコン窒化膜の成膜時に発生する反応副生成物を SiN 副生成物トラップ手段により捕集することができる。シリコン窒化膜生成時に発生する反応副生成物、例えば、 HN_4C_1 は、冷却されると、効率よく捕集される。そこで、シリコン窒化膜の生成時などに、排気配管や SiO_2 副生成物トラップ手段を加熱手段により加熱することにより、排気途中での付着を抑え SiN 副生成物トラップ手段で効率よく、捕集することができる。

【0025】なお、アルコキシシランとしては、テトラエトキシシランが特に有効である。

【0026】前記反応室と排気管との少なくとも一方に接続され、フッ化水素を供給して、前記反応室と排気管との少なくとも一方を洗浄する手段を配置してもよい。この構成により、排気管を取り外すなどの困難な処理を行うことなく、洗浄が可能となる。

【0027】前記圧力制御手段は、例えば、圧力検出手段と開度決定手段とバルブとを備え、前記圧力検出手段は、前記排気管内の圧力を検出し、前記開度決定手段は、前記圧力検出手段が検出した圧力と、前記所定圧力とに基づいて、前記排気管内の圧力が所定圧力に収束するように前記排気管のコンダクタンスを決定し、前記バルブは、前記排気管のコンダクタンスを前記開度決定手段が決定した値に調整する。このような構成を採用することにより、簡単な構成で、圧力制御が可能となる。また、複数のトラップ手段の間に配置されているので、各トラップ手段の特性を選択することにより、この圧力制御手段への反応副生成物の付着を抑え、目詰まりを抑え

て、適切な圧力制御が可能となる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態にかかる熱処理装置について説明する。図1は、この発明の実施の形態にかかる縦型熱処理装置の構成を示す。この縦型熱処理装置は、図1に示すごとく長手方向が垂直方向に向けられた円筒状の反応管（反応室）11を備えている。反応管11は、耐熱材料、例えば、石英よりなる下端開口の外筒12と、外筒12内にその内壁に適宜離間されて同心円状に収容された上下端開口の内筒13とから構成された二重管構造を有する。

【0029】反応管11内には、石英等よりなるウエハポート（熱処理用ポート）14が設けられている。ウエハポート14には、処理対象の半導体基板（半導体ウエハ）15が垂直方向に所定の間隔で積層されて収容されている。

【0030】反応管11の周辺部には、反応管11を囲むように形成され、抵抗発熱体等による昇温用ヒータ16が設けられている。

【0031】外筒12及び内筒13の下部には、外筒12及び内筒13を支持するステンレス製のマニホールド17が設けられている。マニホールド17の上端部には、フランジ18が環状に形成されており、外筒12の下端部に形成されたフランジ19と、弾性部材よりなるOリング20を介して、気密封止可能に構成されている。また、内筒13の下端部はマニホールド17の内壁より内方に突出して形成された支持部21に載置されている。

【0032】マニホールド17の一側面部には、熱処理部（上方）に向けて曲折りされた石英等からなる第1～第3のガス供給管31a、31b及び31cがシール部材を介して挿通されている。

【0033】第1のガス供給管31aには、接合部32aを介して第1のガス配管33aが接続されている。第1のガス配管33aはMFC34aとバルブVB1を介して第1のガス源35aに接続されている。第1のガス源35aは、例えば、ジクロロシラン（ SiH_2Cl_2 ）のガス源である。また、第1のガス配管33aは、MFC34aとバルブVB3を介して窒素ガス源36aにも接続されている。

【0034】第2のガス供給管31bには、接合部32bを介して第2のガス配管33bが接続されている。第2のガス配管33bはガス流量を調整するマスフローコントローラ（MFC）34bとガスの流れを制御するバルブVB2を介して第2のガス源35bに接続されている。第2のガス源35bは、例えば、アンモニア（ NH_3 ）のガス源である。また、第2のガス配管33bは、MFC34bとバルブVB4を介して窒素ガス源36bにも接続されている。

【0035】第3のガス供給管31cには、接合部32cを介して第3のガス配管33cが接続されている。第3のガス配管33cはMFC34cとバルブVB5を介して第3のガス源35cに接続されている。第3のガス源35cは、例えば、アルコキシラン、望ましくは、テトラエトキシシラン(以下、単にTEOSと呼ぶ)のガス源である。

【0036】マニホールド17の下端部に形成されたフランジ22には、円盤状の蓋体51が弾性部材よりなるOリング52を介して気密封止可能に設けられている。蓋体51の上面には保温筒53が配置され、保温筒53の上にウエハポート14が載置されている。蓋体51は、蓋体51に載置されている保温筒53及びウエハポート14を反応管11に搬入・搬出(ロード・アンロード)するために上下方向に移動する昇降機構54に取り付けられている。

【0037】マニホールド17の他側面部には、排気管61が接続されている。排気管61は、ステンレス等からなり、接合部62を介して、排気ガスを外部に導くための排気配管63に接続されている。

【0038】排気配管63は、配管63a～63cを備える。配管63aは、接合部62を介して排気管61に接続され、反応管11からの排気ガスをホットディスクトラップTRP1に導く。配管63bは、排気ガスを、ホットディスクトラップTRP1、コンビネーションバルブCV及び切替トラップTRP2を順次介して真空ポンプVPの吸気口に導く。配管63cは一端が真空ポンプVPの排気口に接続され、排気ガスを外部に導く。この縦型熱処理装置は、配管63aとコンビネーションバルブCVとを加熱するための排気経路用ヒータ65を備えている。

【0039】ホットディスクトラップTRP1は、TEOSからSiO₂を生成する際に発生する生成物である炭化水素等を吸着するものであり、例えば、両端に排気ガスが流入及び流出するガス導入口及びガス排出口を有するハウジングと、このハウジング内に収納されているディスクアッセンブリ及びカバーと、加熱器とを備える。ガス導入口は配管63aに接続されており、ガス排出口は配管63bを介してコンビネーションバルブCVに接続されている。

【0040】ディスクアッセンブリは、両端が開放されている筒状をなしており、複数枚の、例えば開口部を有する盤状の吸着材よりなるディスクを、互いに対峙しつつガス導入口からガス排出口へ向かって所定間隔おきに一列に並ぶように保持している。ディスクアッセンブリの、ガス導入口に望む側の開放端は、カバーにより塞がれている。加熱器は、ディスクアッセンブリに保持されているディスクにNH₄Clが付着するのを阻止するために、ディスクを加熱するものであり、ハウジングの周囲を囲むように構成されていてもよいし、ハウジング内

に設けられていてもよい。

【0041】ガス導入口から流入したガスは、ディスクアッセンブリとハウジングの内壁との間の間に流れ込み、ディスクアッセンブリに保持されている各ディスクの間にある隙間を通して、ディスクアッセンブリの内側空間に流入し、次いでガス排出口から排出される。TEOSからSiO₂を生成する際に発生する副生成物である炭化水素は、排出ガスが各ディスクの間に隙間を通るときに、各ディスクに吸着される。

【0042】切替トラップTRP2は、排気ガス中のNH₄Clを吸着するためのものであり、並列に配置され、各自を通過する排気ガス中のNH₄Clを吸着する複数の水冷トラップと、切替部と、洗浄室とを備える。

【0043】切替トラップTRP2が備える各水冷トラップは、排気ガスが流入及び流出するガス導入口及びガス排出口を有するハウジングと、該ハウジング内に配置される冷却部と、冷却部内を循環する冷却水の流入出部を備えている。冷却部は冷却水により冷却される冷却水循環部と、冷却水循環部の表面に設けられた複数の冷却フィンとを備えている。

【0044】ガス導入口から流入したガスは、冷却部に当たり冷却フィンと十分に接触して冷却される。それによって冷却により付着しうる物質、例えばアンモニア及びジクロロシランの反応によりシリコン塗化膜を生成する際に発生する生成物であるNH₄Clが冷却部上に析出し、これにより排気ガスからNH₄Clが除去される。NH₄Clが除去された排気ガスはガス排出口から真空ポンプVPへと排出される。

【0045】切替トラップTRP2の一つの水冷トラップを排気ガスが通過しているとき、切替部は、操作者の操作等に従って、他の水冷トラップにも排気ガスが通過するようにし、次いで、従前から排気ガスが通過していた方の水冷トラップに流れる排気ガスを遮断して、該水冷トラップを水を蓄えた洗浄室に接続する。洗浄室が蓄えている水は、洗浄室が備えるポンプにより加圧され、洗浄室に接続された水冷トラップに流入し、この水冷トラップが捕集したNH₄Clを洗い流して洗浄室に戻って排出され、洗浄室には新たな水が蓄えられる。このような手順を繰り返すことにより、切替トラップTRP2を構成する各水冷トラップは、他の水冷トラップが排気ガスを通過させている間に洗浄され、切替トラップTRP2は、間断なく排気ガスを通過させ、排気ガス中のNH₄Clを吸着できる。

【0046】コンビネーションバルブCVは、反応管11内の排気を行うために、ホットディスクトラップTRP1と切替トラップTRP2との間に設けられており、バルブと、バルブ制御部と、圧力検出部とを備える。圧力検出部は、反応管11や配管63a内の圧力を検出してバルブ制御部に通知し、バルブ制御部は、圧力検出部が通知した圧力が所望の値に収束するように、任意の制

御技術を用いてバルブの開度を調整することにより、ホットディスクトラップTRP1から切替トラップTRP2へと流れる排気ガスの流量を制御し、排気配管63内の圧力を所望の値に維持する。

【0047】このような動作により、コンビネーションバルブCVは、自己に並列に配置される他のバルブ等を用いることなく、配管63a内の圧力を、実質的に0～760Torrの範囲の任意の値に調整し、維持する。従って、排気ガスの流路を開閉する機構はコンビネーションバルブCVを用いることにより簡素に構成され、複数のバルブや、これら複数のバルブに並列に排気ガスを導くための配管などを含んだ、複雑でしかも流路のコンダクタンスの低下を招くような構成が不要となる。この結果、排気ガスの流路内にコンダクタンスが低下する部分が形成されることが防止され、従って、後述する成膜処理の間に生成される生成物が付着する箇所の増加が抑止される。

【0048】真空ポンプVPは、吸気口及び排気口を備え、15000～20000リットル／分程度の排気容量を有する。真空ポンプVPの排気口は、配管63cの一端に接続される。

【0049】次に、この縦型熱処理装置の動作を、半導体基板15上にシリコン酸化膜SiO₂とシリコン窒化膜Si₃N₄を順次成膜する場合を例として説明する。

【0050】なお、昇温用ヒータ16、マスフローコントローラ34a～34c、コンビネーションバルブCV、ガス源35a～35c、36a、36b、バルブVB1～VB5、昇降機構54、真空ポンプVP、排気経路用ヒータ65は、これらを制御するためのコントローラ(図示せず)に接続されている。コントローラは、この縦型熱処理装置の各部の温度、圧力等を図示せぬセンサにより測定し、以下に説明する一連の処理を、各部に制御信号等を供給することにより、自動的に制御する。

【0051】まず、図2に示すように、昇降機構54が下げられている状態において、半導体基板15が載置されたウエハポート14が、蓋体51上の保温筒53の上に載置される。このとき、昇温用ヒータ16を約700℃～800℃に加熱しておく。

【0052】次に、昇降機構54を上昇させて、蓋体51及びウエハポート14を上方に移動させ、これによりウエハポート14を反応管11内にロードする。この際、真空ポンプVPを駆動すると共にコンビネーションバルブCVの開度を制御して、反応管11内の圧力(大気圧)に対して-50mmH₂O程度の圧力差で反応管11内のガスを吸引しながら、ウエハポート14をロードする。これにより、図3に模式的に示すように、反応管11内のパーティクルを吸引し、半導体基板15へのパーティクルの付着を防止する。

【0053】ウエハポート14の反応管11内へのローディングが完了し、マニホールド17の下端部に形成さ

れたフランジ22と蓋体51とがOリング52を介して気密状態に達すると、コンビネーションバルブCVをわずかに開いてスロー排気(処理対象の半導体基板15の動きや反応管11内の反応副生成物の巻上がり起きないような排気速度での排気)を行い、反応管11内を所定圧力、例えば、4～5×10⁻³Torrまで減圧する。

【0054】反応管11内の圧力が所定値に達すると、バルブVB1とVB2を開いて、第1のガス源35aよりSiH₂Cl₂を、第2のガス源35bよりNH₃を、それぞれ反応管11内に供給すると共に昇温用ヒータ16により半導体基板15の温度を600～700℃に調整し、排気経路用ヒータ65は配管63aとコンビネーションバルブCVとを約100℃～150℃に加熱する。さらに、コンビネーションバルブCVの開度を制御して、反応管内の圧力を0.2～0.4Torrに制御した状態で排気を続け、この状態を所定時間、例えば、2時間維持する。この間、反応管11内では、化学式3(化学式1に等しい)に示す反応が起こり、半導体基板15の表面にシリコン窒化膜(Si₃N₄膜)が形成される。

【0055】



【0056】この成膜処理の間、ホットディスクトラップTRP1の加熱部は、ホットディスクトラップTRP1の各ディスクを100℃～150℃程度に加熱する。これにより、排気ガスがこれらのディスクにより冷却されることが阻止され、従って、排気ガス中の副生成物であるNH₄Clがこれらのディスクに付着することが阻止される。

【0057】排気ガス中のNH₄Clは、この成膜処理の間、切替トラップTRP2により冷却されて捕集され、排気ガスからNH₄Clが除去される。切替トラップTRP2から流れ出す排気ガスは、真空ポンプVPにより吸気され、配管63cに排出される。

【0058】Si₃N₄の成膜処理が完了した後、バルブVB1とVB2を閉じ、反応ガスの供給を停止し、真空ポンプVPを駆動させたままコンビネーションバルブCVを制御してスロー排気を行うことにより、反応管11内を再び、1×10⁻³Torr程度にまで減圧する。

【0059】反応管11内の圧力が所定値に達すると、バルブVB5を開いて第3のガス源35cより、アルコキシラン(望ましくはTEOS)を反応管11内に供給すると共に、昇温用ヒータ16により半導体基板15の温度を約700℃に調整する。なお、排気経路用ヒータ65は、配管63aとコンビネーションバルブCVとを約100℃～150℃に保つ。そして、コンビネーションバルブCVの開度を制御して反応管11内の圧力を約0.5Torrに制御した状態で排気を続け、この状態を所定時間、例えば、20分間維持する。例えば、ガス源

35°Cから供給するガスをTEOSとした場合、反応管11内では、化学式4（化学式2に等しい）に示す反応が起こり、半導体基板15の表面にシリコン酸化膜（SiO₂膜）が形成される。

【0060】



x, yはともに自然数

【0061】排気ガス中の副生成物である炭化水素C_xH_yは、ホットディスクトラップTRP1で排気コンダクタンスが低下するため、各ディスクに付着し、炭化水素が排気ガスから除去される。一方、排気ガスには、Si₃N₄膜の成膜処理の間にマニホールド17や排気管61近傍等の比較的低温の部分に固着したNH₄C1が昇華するなどの原因でNH₄C1も含まれている。しかし、NH₄C1は、ホットディスクトラップTRP1の加熱部がホットディスクトラップTRP1の各ディスクを100°C～150°C程度に加熱しているため、各ディスクには付着せず、切替トラップTRP2により捕集される。切替トラップTRP2から流れ出す排気ガスは、真空ポンプVPを経て配管63cから排出される。

【0062】成膜処理が完了した後、バルブVB5を閉じて反応ガスの供給を停止し、真空ポンプVPにより、反応管11内を再び、4～5×10⁻³Torrまで減圧する。続いて、コンビネーションバルブCVを閉じ、バルブVB3とVB4を開いて、窒素ガス源36a, 36bから反応管11内に窒素ガスを供給し、反応管11内を常圧状態（大気圧）に戻す。この後、所定の時間、例えば、15分間放置して冷却する。

【0063】その後、コンビネーションバルブCVの開度を制御して反応管11内の圧力（すなわち大気圧）に対して-50mmH₂O程度の圧力差で反応管11内のガスを吸引しながら、昇降機構54を駆動して、図3に示すように、ウエハポート14を反応管11から下降させてアンロードし、半導体基板15を搬出する。ウエハポート14のアンロード時に、反応管11内の低温部などに付着しているNH₄C1が、熱処理後の高温の半導体基板15が近傍を通る際に昇華し、昇華ガスが雰囲気中の水分と反応してパーティクルが生成されることがある。しかし、このようなアンロード方法を採用することにより、図3に模式的に示すように、昇華ガスやパーティクルが穏やかに吸引され、半導体基板15に付着することなく排出される。

【0064】以上説明したように、この実施の形態の熱処理装置によれば、

（1）1台の熱処理装置により半導体基板15上にシリコン酸化膜SiO₂とシリコン窒化膜Si₃N₄を順次成膜することができる。同様の成膜処理を繰り返すことにより、シリコン酸化膜SiO₂とシリコン窒化膜Si₃N₄を任意の順番で積層して成膜することも可能である。別々の装置で各膜を成膜した場合に比べ、スループット

が向上し、プロセス処理の実時間を削減でき、装置の占有スペースを狭くすることができ、さらに、ウエハの移載に伴うウエハの破損のおそれもない。

【0065】（2）SiO₂の副生成物であるC_xH_yは、排気配管63よりも排気コンダクタンスが低下するホットディスクトラップTRP1において捕集される。

（3）また、Si₃N₄の成膜中、ホットディスクトラップTRP1の各ディスクと排気配管63とコンビネーションバルブCVとが100°C～150°C程度に加熱される。これにより、排気ガスがこれらの装置により冷却されることが防止され、成膜処理の間に発生する副生成物であるNH₄C1がこれらの装置に付着することが阻止される。これにより、切替トラップTRP2で、副生成物を有効に捕集することができる。

【0066】（4）コンビネーションバルブCVは、ホットディスクトラップTRP1より下流側に配置されている。従って、シリコン酸化膜SiO₂の副生成物であるC_xH_yについては、ホットディスクトラップTRP1により副生成物が捕集された後のガスが通過し、ほとんど付着しない。また、Si₃N₄の成膜処理の間は、加熱されているので、副生成物であるNH₄C1はほとんど付着しない。従って、コンビネーションバルブCVは、長期間に亘り、反応管11及び排気配管63内の圧力を適切に制御できる。

【0067】（第2の実施の形態）上述の成膜処理を繰り返して行うと、反応管11にはSiO₂やSi₃N₄が付着し、さらに、マニホールド17の下端部や、配管63aの屈曲部や、ホットディスクトラップTRP1の内部など、特に、流路のコンダクタンスが低い部分に、反応副生成物が付着し、適宜洗浄する必要がある。この洗浄を簡単且つ効率よく行うことができる熱処理装置の実施の形態を図4を参照して以下に説明する。

【0068】この実施の形態の熱処理装置の基本構成は、図1に示す第1の実施の形態の熱処理装置と同一であり、同一部分には同一符号を示す。ただし、マニホールド17の下端側部には、洗浄用のフッ化水素（HF）を反応管11内に導くためのインレット64aが接続されており、インレット64bは第4のガス配管33d及びバルブVB6を介して、フッ化水素のガス源である第4のガス源35dに接続されている。第4のガス源35dは、バルブVB6及び第5のガス配管33eを介して後述のインレット64bにも接続されており、また、バルブVB6及び第6のガス配管33fを介して後述のインレット64cにも接続されている。

【0069】配管63aは屈曲部を有し、屈曲部の上流側近傍には、配管63a内にフッ化水素を導くためのインレット64bが接続されている。インレット64bは、第5のガス配管33e及びバルブVB6を介して第4のガス源35dに接続されている。

【0070】配管63aのうち、ホットディスクトラップTRP1のガス導入口近傍の上流側側面には、ホットディスクトラップTRP1内にフッ化水素を導くためのインレット64cが接続されている。インレット64cは、第6のガス配管33f及びバルブVB6を介して第4のガス源35dに接続されている。

【0071】真空ポンプVPの排気口は、配管63cの一端に接続される。この実施の形態では、配管63cの他端は2つに分岐しており、その一方はSiO₂及びSi₃N₄生成の際の副生成物を排出するための第1の排気口を形成し、他方はフッ化水素を排出するための第2の排気口を形成する。また、配管63cは弁69を備え、真空ポンプVPから排出された排気ガスは、第1及び第2の排気口のうち、操作者又は制御部がこの弁69を操作することにより選択された方から排出される。

【0072】次に、この縦型熱処理装置の動作を、シリコン酸化膜SiO₂及びシリコン窒化膜Si₃N₄を順次成膜し、成膜処理終了後、この縦型熱処理装置の内部を洗浄する場合を例として説明する。

【0073】まず、第1の実施の形態の処理と同様に、ウエハポート14を反応管11内にロードする。続いて、NH₃とSiH₂Cl₂とを反応させて、半導体基板15にSi₃N₄を成膜処理する。このとき、弁69は、排気ガスが第1の排気口から排出されるように流路を選択し、排気ガスは配管63cの第1の排気口から排出される。

【0074】Si₃N₄の成膜処理が完了した後、第3のガス源35cよりTEOSを反応管11内に供給し、これを分解処理して、半導体基板15にSiO₂を成膜処理する。この際、切替トラップTRP2から流れ出す排気ガスは、真空ポンプVPを経て配管63cの第1の排気口から排出される。

【0075】成膜処理完了後、半導体基板15を冷却する。続いて、-5.0mmHg程度の圧力差で反応管11内のガスを吸引しながら、ウエハポート14をアンロードし、ウエハポート14ごと半導体基板15を搬出し、必要に応じて、半導体基板15をカセットなどに移載する。

【0076】続いて、この縦型熱処理装置の内部及びウエハポート14を洗浄するため、半導体基板15を移載した後のウエハポート14を蓋体51上の保温筒51上に戻し、昇降機構54を上昇させ、蓋体51を上方に移動させ、マニホールド17のフランジ22と蓋体51がOリング52を介して気密状態に達するようにする。また、弁69は、排気ガスが第2の排気口から排出されるように流路を選択する。

【0077】真空ポンプVPを起動してコンビネーションバルブCVを制御して、反応管11内を、10kPa～30kPa程度まで減圧する。また、昇温用ヒータ16により、反応管11内を約50°C程度に昇温し、ホッ

トディスクトラップTRP1の加熱部は、ホットディスクトラップTRP1の各ディスクを100°C～150°C程度に加熱し続け、また、排気経路用ヒータ65も、配管63aとコンビネーションバルブCVとを約100°C～150°Cに加熱し続ける。

【0078】次いで、バルブVB6を開け、インレット64a～64cにフッ化水素を、所定時間、例えば約10分間、供給する。フッ化水素は、インレット64aからマニホールド17の下端部へ流入し、インレット64bから配管63aの屈曲部の上流側近傍へ流入し、インレット64cからホットディスクトラップTRP1のガス導入口へ流入し、真空ポンプVPに向かって流れる。

【0079】インレット64aに供給されたフッ化水素により、反応管11の内壁やマニホールド17の下端部、ウエハポート14などに付着したシリコン酸化物SiO₂、炭化水素H_xC_yなどの付着物がこれらの部分から分離され（すなわち洗浄され）、排気配管63を介して排出される。

【0080】また、インレット64b、64cに供給されたフッ化水素により、マニホールド17の下端部や、配管63aの屈曲部や、ホットディスクトラップTRP1の内部など、流路のコンダクタンスが低い部分に付着した炭化水素がこれらの部分から分離され（すなわち洗浄され）、真空ポンプVPを介して、配管63cの第2の排気口から排出される。

【0081】洗浄が完了した後、バルブVB6を閉じてフッ化水素の供給を停止し、真空ポンプVPにより、反応管11内を再び、4～5×10⁻³Torrまで減圧する。続いて、バルブVB3とVB4を開いて、窒素ガス源36a、36bから反応管11内に窒素ガスを供給し、反応管11内を常圧状態（大気圧）に戻す。

【0082】この構成によれば、1台の装置で複数種類の膜を成膜できるだけでなく、反応管や配管を脱着せずにクリーニングできる。特に、排気配管の屈曲部近傍の上流側や、トラップの上流側近傍などのインダクタンスが低下して、反応副生成物が付着しやすい部分にフッ化水素ガス導入用のインレット64を配置してあるので、付着物を効率よくクリーニングすることができる。また、トラップに付着した反応副生成物についても同様に除去できる。

【0083】なお、この発明は、上記実施の形態に限定されず、種々の変形及び応用が可能である。

【0084】例えば、上記実施の形態では、真空ポンプVPにより排気しながら、半導体基板15を反応管11内にロード又はアンロードしたが、反応管内を排気する手法は任意である。例えば、図4に示すように、排気配管63の任意の位置、例えば、配管63aに、排気配管63内を通過する排気ガスをいわゆる工場排気へ導く工場排気管63dを配置し、この工場排気管63dに工場排気バルブEVと図示せぬダンパなどを配置し、反応管

11内のガスを排気してもよい。

【0085】この構成においては、ウエハポート14のロード／アンロード時には、コンビネーションバルブCVが閉じられ、排気バルブEVが開かれ、反応管11内のガスが大気圧に対して-5～-70mmH₂O程度の圧力差で排気される。従って、図3に模式的に示す例と同様に、反応副生成物の昇華ガスやパーティクルが半導体基板15に付着する事態を防止できる。

【0086】上記実施の形態においては、反応管11から真空ポンプVPに至る流路を開閉するためにコンビネーションバルブCVを用いたが、コンビネーションバルブCVに代えて、メインバルブと、自己の流路を開閉するサブバルブを備え、メインバルブを跨いで配置されるバイパス管とを配置してもよい。このような構成において、上述した成膜処理においてスロー排気を行う場合や、半導体基板15のアンロード時の排気の場合には、メインバルブを閉じたまま、サブバルブの開度を調整することにより、スロー排気やアンロード時の排気を行うようにすればよい。

【0087】なお、洗浄用のフッ化水素を注入する位置は任意であり、排気ガスの温度を低下させたり排気ガスのコンダクタンスを低下させたりするなどのため成膜処理の間に発生する生成物が付着する危険がある任意の箇所にインレットを設け、これらのインレットを介して、第4のガス源35dに蓄えられているフッ化水素を排気ガスの流路内に注入してよい。

【0088】また、切替トラップTRP2に代えて、例えば、切替トラップTRP2が備えるものと実質的に同一の水冷トラップが配置されていてもよい。また、ホットディスクトラップTRP1及びコンビネーションバルブCVを互いに接続する部分をなす配管や、また、コンビネーションバルブCV及び切替トラップTRP2を互いに接続する部分をなす配管を、排気経路用ヒータ65が加熱を行っている期間と同じ期間中、例えば100°C～150°Cに加熱するようにしてもよい。これにより、これらの配管に炭化水素やNH₄Clが付着する危険が減少する。

【0089】上記実施の形態においては、シリコン塗化膜及びシリコン酸化膜を成膜する場合を例に、この発明を説明したが、この発明は上記実施の形態に限定されず、様々な成膜処理に応用可能である。例えば、TiCl₄ガスとNH₃ガスとを反応させて被処理基板にTiN膜を形成する場合（反応副生成物としてNH₄Clが生成される）にも用いることができる。また、アルコキシ

ラン以外の有機シリコン化合物を原料ガスとして用いる場合にも適用できる。また、多層絶縁膜以外の薄膜を形成する場合にも用いることができる。さらに、上記実施の形態では、半導体基板（半導体ウエハ）上に成膜する熱処理装置を例にこの発明を説明したが、この発明はガラス基板などの任意の被処理体上に成膜する装置に適用可能である。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、1台の熱処理装置で、複数種類の膜を成膜でき、しかも、成膜工程で発する反応副生成物を適切に除去することができる。また、圧力の制御を簡単な構成で実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態にかかる縦型熱処理装置の構造を示す図である。

【図2】図1の縦型熱処理装置から熱処理用ウエハポートを取り出した状態を示す図である。

【図3】反応管内のパーティクルが排気される様子を模式的に示す図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態にかかる縦型熱処理装置の構造を示す図である。

【図5】従来のシリコン酸化膜形成用の縦型熱処理装置の構成を示す図である。

【図6】従来のシリコン塗化膜形成用の縦型熱処理装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

1.1 反応管（反応室）

1.2 外筒

1.3 内筒

1.4 ウエハポート

1.5 半導体基板

1.6 昇温用ヒータ

1.7 マニホールド

3.1a～3.1c ガス供給管

3.5a～3.5d ガス源

5.1 蓋体

5.4 昇降機構

6.1 排気管

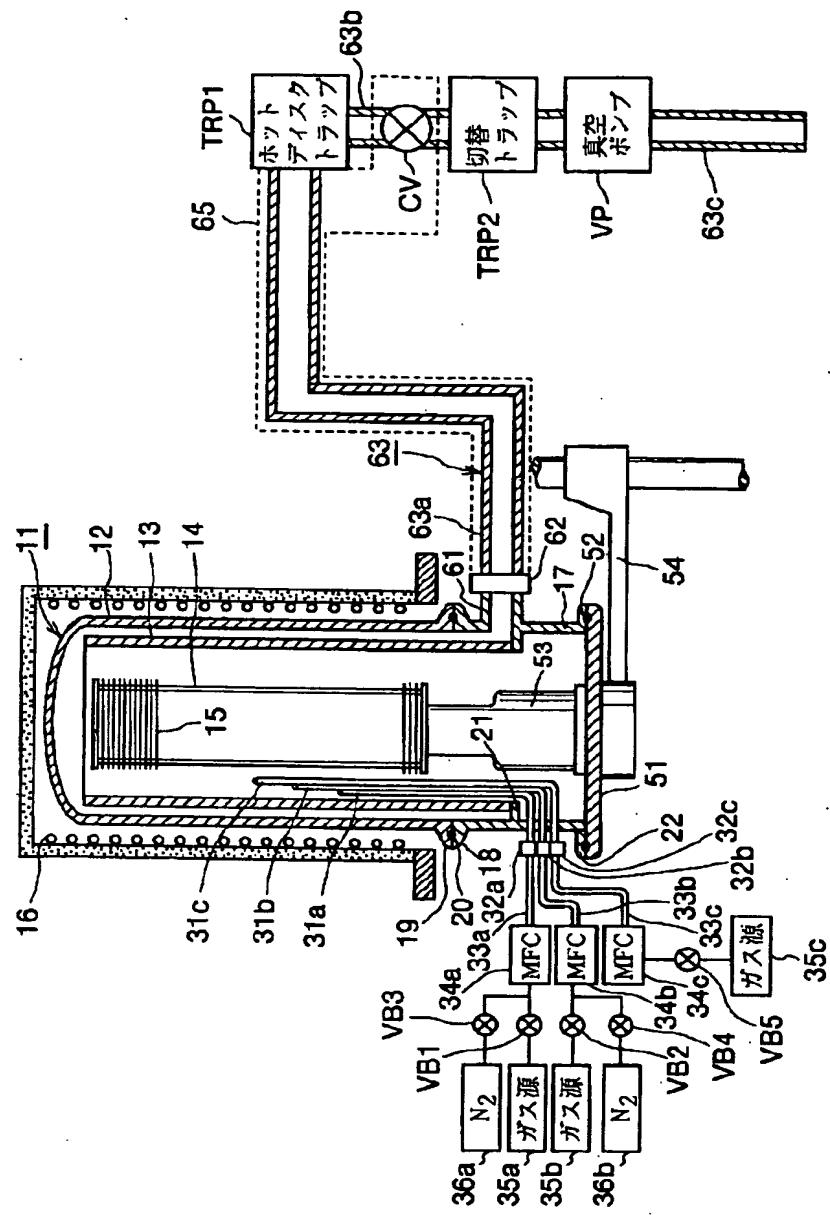
6.3 排気配管

6.3a～6.3d 配管

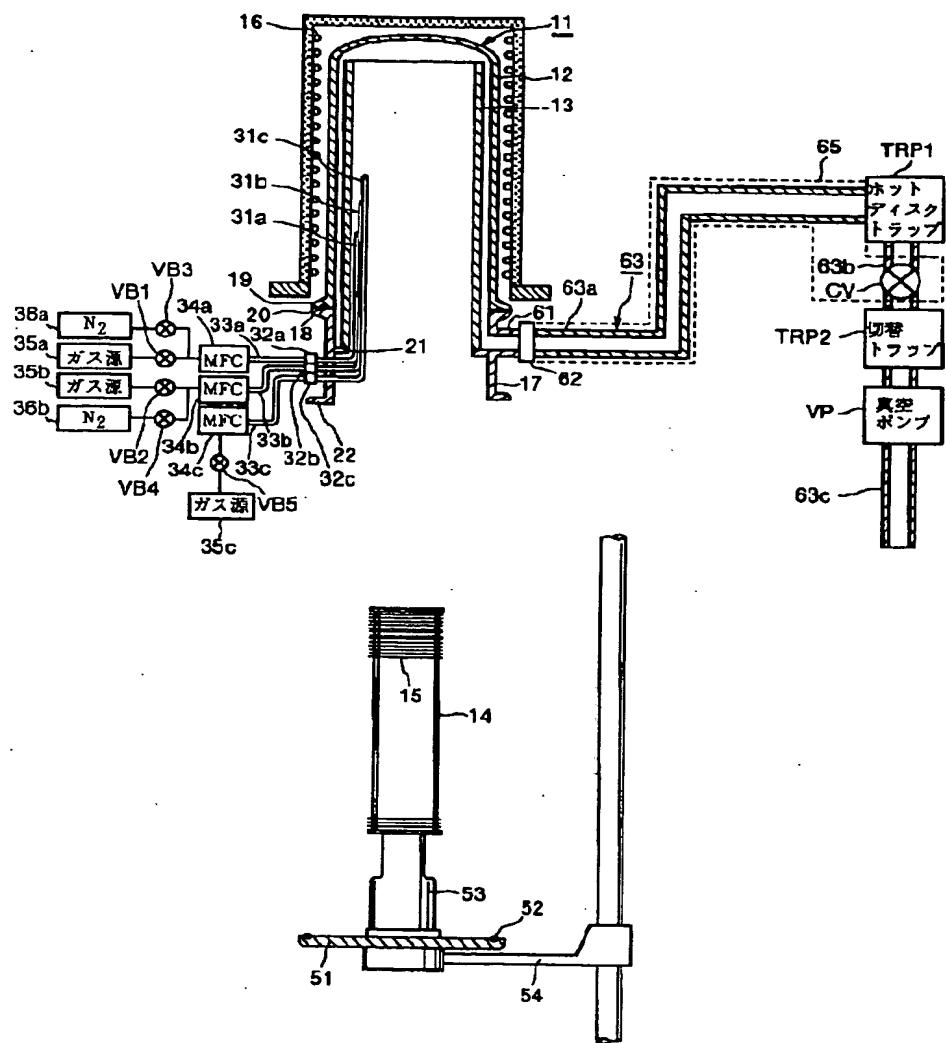
6.4a～6.4c インレット

6.5 排気経路用ヒータ

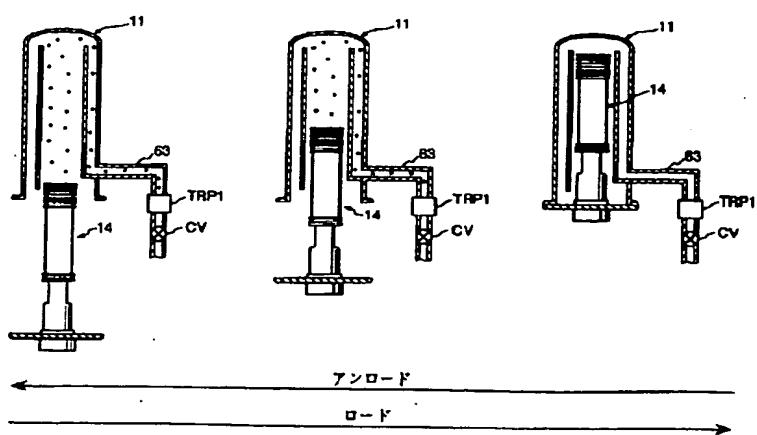
【図1】



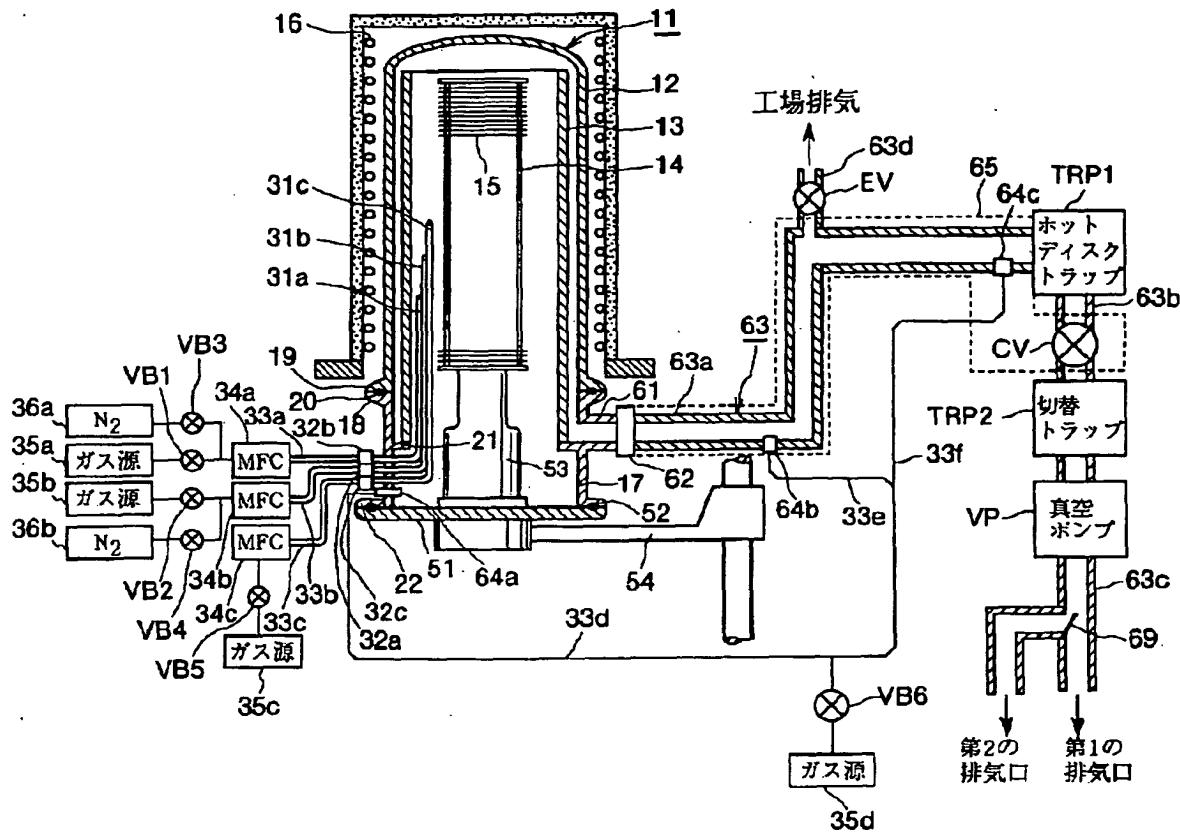
【図2】



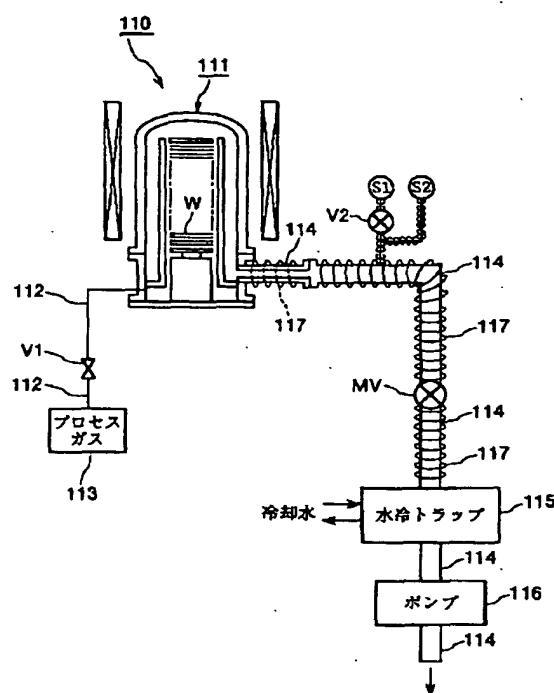
【図3】



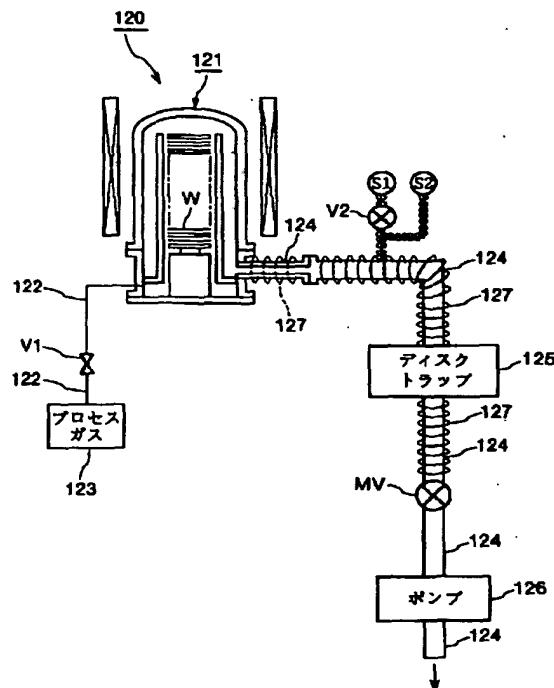
【図4】



【図5】



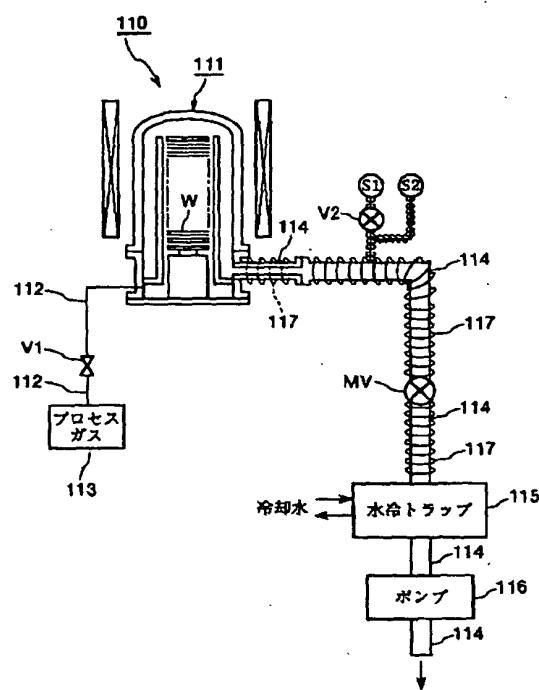
【図6】



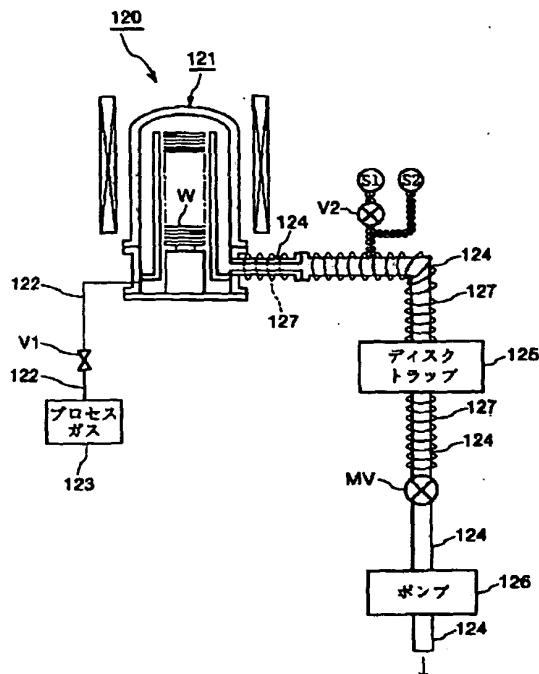
フロントページの続き

Fターム(参考) 5F045 AB32 AB33 AC02 AC05 AC07
 AC12 AD10 AD11 AE19 DC51
 DP19 DQ05 EB05 EB06 EB12
 EC02 EC09 EF08 EG02 EG08
 EJ01 EJ09 EK06 EM10 GB06
 GB15
 5F058 BA20 BD01 BD04 BD10 BF04
 BF24 BF25 BF30 BG02 BJ01

【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F045 AB32 AB33 AC02 AC05 AC07
 AC12 AD10 AD11 AE19 DC51
 DP19 DQ05 EB05 EB06 EB12
 EC02 EC09 EF08 EG02 EG08
 EJ01 EJ09 EK06 EM10 GB06
 GB15
 5F058 BA20 BD01 BD04 BD10 BF04
 BF24 BF25 BF30 BG02 BJ01